نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 14، شماره 1، فروردین-اردیبهشت 1397 ص.118-107

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 14, No. 1, Apr. May. 2018, p. 107- 118

تاثیر افزودن هیدروکلوئید زانتان در پوشش میگوی سوخاری وانامی (*Litopenaeus vannamei*) برجذب روغن، شاخص‌های کیفیت غذایی و خصوصیات حسی

بتول عطار[1]- سیده زهرا سیدالنگی*[2]- سارا جرجانی[3]

تاریخ دریافت: 1395/03/29
تاریخ پذیرش: 1396/02/30

چکیده

مطالعه حاضر به تأثیر افزودن هیدروکلوئید زانتان در پوشش خوراکی بر ترکیبات شیمیایی، میزان جذب لعاب، بازدهی محصول، شاخص‌های کیفیت غذایی (گروه‌های مهم اسیدهای چرب) و ویژگی‌های حسی میگوی سوخاری می‌پردازد. در این بررسی چهار تیمار شاهد (فاقد زانتان)، A (شامل 2 درصد زانتان در آرد اولیه)، B (شامل 2 درصد زانتان در لعاب) و C (شامل 1 درصد زانتان در آرد اولیه+ 1 درصد زانتان در لعاب) استفاده شد. بر طبق نتایج ترکیبات شیمیایی، تیمارهای A و C به‌ترتیب کمترین میزان چربی و بیشترین حفظ رطوبت را به خود اختصاص دادند. پس از شاهد بیشترین میزان جذب لعاب مربوط به تیمار A بود. همچنین، بیشترین میزان بازده محصول پس از شاهد به تیمارهای A و B اختصاص داشت که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر نداشتند. بر اساس نتایج گروه‌های مهم اسید چرب SFA، MUFA؛ PUFA، ω-3/ω-6، MUFA+PUFA/SFA، PUFA/SFA و DHA/EPA بهترین نتیجه مربوط به تیمار C بود. همچنین، سایر تیمارها نیز در اغلب پارامترها در مقایسه با تیمار شاهد دارای برتری بودند. ارزیابی شاخص‌های تغذیه‌ای (PI، ∑h/H، AI و TI) از برتری تیمارهای آزمایشی به‌خصوص تیمار C در مقایسه با شاهد، دلالت داشت. در ارزیابی حسی نمونه‌ها، از نظر رنگ، بو، مزه، بافت، ظاهر و پذیرش کلی بین تیمارها تفاوتی مشاهده نشد. لذا با توجه به دستاوردهای مطالعه حاضر می‌توان تیمار C را به‌عنوان تیمار برگزیده از حیث حفظ کیفیت میگوی سوخاری معرفی نمود.

واژه‌های کلیدی: میگوی سوخاری، زانتان، ترکیبات شیمیایی، جذب روغن، شاخص‌های کیفیت غذایی

مقدمه

مصرف غذاهای لعاب‌زده و سوخاری شده، به‌ویژه غذاهای دریایی، مرغ، پنیر و سبزیجات، در طی چند سال اخیر بسیار گسترش یافته است (Dogan *et al*., 2005). میگوی سوخاری یکی از انواع محصولات میگو است که به دلیل ارزش تغذیه ای بالای آن، ظاهر جذاب، طعم یکنواخت و سهولت استفاده به‌ویژه در کشورهای توسعه یافته، به‌طور گسترده‌ای مورد استفاده قرار می‌گیرد (Kan pan *et al*., 2013). محتوای روغن، یکی از خصوصیات مهم کیفی غذاهای سرخ شده به روش عمیق می‌باشد. بافت محصول دارای محتوای روغن کم، ممکن است سخت و نامطلوب باشد. با این وجود محتوای روغن زیاد منجر به افزایش هزینه تولیدکنندگان و نیز باعث تولید محصولی روغنی و بی مزه می‌شود (Moreira *et al*., 1999) . امروزه مصرف‌کنندگان به دنبال محصولات غذایی با محتوای روغن کمتر می‌باشند. این امر منجر شده است بسیاری از کارهای تحقیقاتی به سمت کاهش محتوای روغن محصولات نهایی جهت‌گیری نمایند (Pawar *et al*., 2014).

یک محصول غذایی پوشش داده شده در اصل، محصولی است که توسط مواد غذایی دیگر پوشش داده می‌شود. پوشش دادن با لعاب و سوخاری کردن، موجب بهبود ویژگی‌های محصولات غذایی مانند ظاهر، طعم و بافت می‌شود. این فرآیند موجب حفظ عصاره طبیعی غذاها از اثرات ناشی از منجمد کردن یا گرم کردن مجدد شده و در نتیجه باعث تولید یک محصول نهایی مطمئن و سالم‌تر می‌شود. به‌طوریکه داخل محصول آبدار و در عین حال قسمت بیرونی محصول ترد می‌باشد. هیدروکلوئیدها یا صمغ‌ها مجموعه گسترده و متنوعی از پلیمرهایی با زنجیره طولانی هستند که هنگام حل شدن در آب تشکیل دیسپرسیون‌های ویسکوز یا ژل می‌دهند. استفاده از پوشش‌های هیدروکلوئیدی به دلیل خاصیت ممانعت‌کنندگی این

1- دانش‌آموخته کارشناسی ارشد، گروه علوم و صنایع غذایی، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر.
2- دانشیار، گروه شیمی، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر.
3- استادیار، گروه شیلات، واحد آزادشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، آزادشهر.
(* - نویسنده مسئول: Email: zalangi@gmail.com)
DOI: 10.22067/ifstrj.v1396i0.56879

پوشش‌ها نسبت به چربی باعث کاهش میزان جذب روغن در محصول می‌شوند. کاربرد انواع مختلفی از پوشش‌ها و فیلم‌های خوراکی در غذاهای سرخ شده گزارش شده است مانند: زانتان، ژلاتین، صمغ ژلان، مخلوط کاپاکاراگینان- کنجاک، صمغ دانه خرنوب، سلولزمیکروکریستالین، پکتین، ایزوله پروتئین سویا، گلوتن گندم، ایزوله پروتئین‌های وی، متیل سلولز و هیدروکسی پروپیل متیل سلولز، سدیم کازئینات (Usawakesmanee *et al.*, 2005). صمغ زانتان یک پلی‌ساکارید طبیعی خارج سلولی و یک بیوپلیمر صنعتی مهم است که از باکتری *زانتاموناس کامپستریس*[1] از طریق تخمیر هوازی بدست می‌آید. ویژگی‌های منحصر به فرد شامل حلالیت در آب سرد و گرم، ایجاد محلول‌های بسیار ویسکوز با غلظت کم و خواص شبه پلاستیک آن است که منجر به کاربرد بسیار وسیع این صمغ به‌عنوان عامل سوسپانسیون‌کننده، تثبیت‌کننده، تغلیظ‌کننده به ویژه در صنایع غذایی گردیده است (Katzbauer, 1998).

Kan Pan و همکاران (2013) تأثیر ایزوله پروتئین سویا[2] افزوده شده به لعاب بر پایه آرد گندم، بر روی کیفیت میگوهای سوخاری سرخ شده به روش عمیق را بررسی کردند. ایزوله پروتئین سویا افزوده شده به لعاب منجر به افزایش میزان جذب لعاب، تردی بافت و کاهش میزان جذب روغن در طی سرخ کردن میگوی سوخاری گردید. Asmita و Uday (2012) اثر صمغ‌های کربوکسی‌متیل‌سلولز و هیدروکسی پروپیل‌متیل‌سلولز در نخود و ماش به‌منظور ارزیابی حفظ رطوبت و کاهش در جذب روغن مورد بررسی قرار دادند. ربوکسی‌متیل‌سلولز در مقایسه با هیدروکسی پروپیل‌متیل‌سلولز در هر دو نمونه باعث جذب روغن کمتر شد. Garcia و همکاران (2004) استفاده از متیل سلولز در کاهش جذب روغن در محصولات سرخ شده از جمله خلال‌های سیب زمینی و خمیرهای قرصی شکل را مورد بررسی قرار دارند. موثرترین فرمول پوششی بسته به نوع فرآورده، جذب روغن را حدود 40-35 درصد کاهش داد. Akdeniz و همکاران (2004) تأثیر افزودن هیدروکسی پروپیل‌متیل‌سلولز، گوار، زانتان و گوار- زانتان به فرمولاسیون پوشش، در کیفیت قطعات سرخ شده هویج را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد افزودن هیدروکلوئیدها باعث کاهش جذب روغن می‌شود. گل محمدی و خادمی (2016) اثر پوشش فعال خوراکی بر پایه زانتان بر آلودگی میکروبی فیله مرغ طی دوره نگهداری در شرایط سرد را مورد بررسی قرار دادند. همچنین، فرج زاده و همکاران (2013) تاثیر زانتان و گوار را بر کاهش مقدار جذب روغن را همبرگرهای سرخ شده مورد ارزیابی قرار دادند.

تاکنون شاخص‌های مهم کیفیت غذایی در تحقیقات انجام شده در کاهش جذب روغن محصولات سرخ کردنی با استفاده از پوشش‌های هیدروکلوئیدی مورد بررسی قرار نگرفته است. در این تحقیق سعی شده است تأثیر افزودن هیدروکلوئید زانتان در ترکیب آرد اولیه و لعاب بر ترکیبات شیمیایی، میزان جذب لعاب، بازدهی محصول، شاخص‌های کیفیت غذایی (گروه‌های مهم اسیدهای چرب) و ویژگی‌های حسی میگوی سوخاری شده مورد بررسی قرار گیرد.

مواد و روش‌ها

برای انجام این پژوهش، میگوی وانامی (*Litopenaeus vannamei*) با میانگین وزنی 5 گرم از مزرعه پرورش میگو واقع در حوالی شهرگمیشان- استان گلستان (مهر 1393) به‌صورت تازه خریداری شده و در کنار یخ به آزمایشگاه منتقل شد. پس از پوست‌کنی و شستشو تا زمان شروع آزمایش در دمای 18- درجه سانتی گراد نگهداری شد.

آماده‌سازی نمونه: برای تهیه میگوی سوخاری، میگوهای منجمد دو ساعت قبل از استفاده، از فریزر خارج کرده و جهت انجمادزدایی در دمای محیط قرار گرفت. سپس میگوها به‌صورت دستی، تمیز و شسته شدند. در مرحله آردزنی اولیه از آرد گندم استفاده شد. فرمول لعاب طبق فرمول Fiszman و Salvador (2003)، شامل 75 درصد آرد گندم، 24/5 درصد آرد ذرت و 0/5 درصد نمک، تهیه گردید. مواد خشک و آب به نسبت 1به 1/4 و به مدت 3 دقیقه توسط دستگاه همزن خانگی (Kenwood-BL460) با یکدیگر مخلوط شدند. برای تهیه میگوی سوخاری، در هر تیمار نمونه‌ها ابتدا آردزنی اولیه و سپس لعاب زنی شدند. پس از چکیدن لعاب اضافی به مدت 30 ثانیه، در پایان توسط پودر سوخاری (گلها، ایران) پوشانده شدند. پس از کامل شدن روکش، نمونه‌ها ، به مدت 30 ثانیه در سرخ کن (Fritaurus Professional 3 domestic fryer, Barcelona, Spain) در روغن با دمای 190 درجه سانتی‌گراد، به روش سرخ کردن عمیق سرخ شدند تا محصول شکل خود را حفظ نماید. به‌منظور چکیدن روغن اضافی، نمونه‌ها به مدت 2 دقیقه به‌صورت معلق نگه داشته شدند و پس از خنک شدن نمونه‌ها در دمای محیط (30 دقیقه)، تکرارهای هر تیمار جداگانه درون بسته‌های زیپ کیپ بسته‌بندی شده و تا زمان انجام آزمایشات در فریزر 20- درجه سانتی‌گراد نگهداری شدند. پس از سرخ کردن تکرار هر تیمار، روغن تعویض و ظرف درونی سرخ کن برای سرخ کردن تکرار بعدی شسته و به‌طور کامل خشک شدند. هر یک از آزمایشات در 3 تکرار انجام شد.

چهار تیمار طراحی شده به‌صورت زیر می باشند:

تیمار شاهد: در تهیه این تیمار از هیدروکلوئید زانتان استفاده نگردید.

---

1 Xanthomonas Compestris
2 Soy Protein Isolated

تیمارA: 2 درصد هیدروکلوئید زانتان در آرد اولیه

تیمارB: 2 درصد هیدروکلوئید زانتان در مخلوط لعاب

تیمارC: 1 درصد زانتان در آرد اولیه+ 1 درصد زانتان در مخلوط لعاب (جرجانی و عوض خواجه، 1394; جمشیدی و شعبان پور، 2013).

اندازه‌گیری خصوصیات شیمیایی: اندازه‌گیری رطوبت بر اساس استاندارد AOAC (2000) و چربی از طریق روش سوکسله (AOAC, 2000) انجام گرفتند.

تعیین میزان جذب لعاب: برای اندازه‌گیری جذب لعاب قبل از سرخ کردن، از روش Chen و همکاران (2009) و از طریق فرمول زیر استفاده شد:

$$\text{درصد جذب لعاب} = \frac{\text{وزن میگوی پوشش‌دار} - \text{وزن میگوی بدون پوشش}}{\text{وزن میگوی پوشش‌دار}} \times 100 \quad (1)$$

تعیین میزان بازدهی محصول: بازدهی محصول به روش Das و همکاران (2008) و از طریق فرمول زیر محاسبه شد:

$$\text{بازدهی محصول} = \frac{\text{وزن میگو سرخ شده}}{\text{وزن میگو خام}} \times 100 \quad (2)$$

اندازه گیری ترکیب اسیدهای چرب: برای این آزمون ابتدا چربی نمونه‌های مورد نظر را به روش Folch و همکاران (1957) استخراج کرده و سپس از روش گاز کروماتوگرافی پروفایل اسیدهای چرب تعیین می‌گردد. دستگاه کروماتوگراف گازی (Unicam-4600) با دتکتور FID برای این منظور استفاده شد. ستون مورد استفاده از نوع (30 mm×0.25 mm) و Film Tekness-0.22 µl بوده است. برنامه دمایی آون دستگاه کروماتوگراف گازی بدین صورت بود: دمای ابتدایی آون 160 درجه سانتی‌گراد بوده که به مدت 6 دقیقه در این دما باقی ماند. سپس دمای آون با سرعت 20 درجه سانتی‌گراد در دقیقه افزایش یافته و به مدت 9 دقیقه دراین دما باقی ماند. در نهایت دمای آون دوباره با سرعت 20 درجه سانتیگراد در دقیقه افزایش یافته و به 200 درجه سانتی‌گراد رسیده و تا پایان در این دما باقی ماند. دمای دستگاه دتکتور 280 درجه سانتی‌گراد بود.گاز هلیوم به‌عنوان گاز حامل استفاده شد. از مقایسه زمان بازداری کروماتوگرام های نمونه مجهول با کروماتوگرام های به‌دست آمده در محلول استاندارد اسیدهای چرب متیل استر، اسیدهای چرب موجود روغن میگو شناسایی شد. مقادیر اسیدهای چرب به‌صورت درصد زیر پیک از کل بیان شد(Çelik *et al*., 2005).

ارزیابی حسی: جهت ارزیابی حسی از روش هدونیک نقطه‌ای استفاده گردید (ASMT, 1969) و شاخص‌های رنگ، بو، مزه، بافت، ظاهر و پذیرش کلی مورد ارزیابی قرار گرفتند. به این منظور 12 نفر دانشجو به‌صورت کاملا تصادفی انتخاب گردیدند. جداول مورد نظر جهت امتیازدهی در اختیار آنان قرار داده شد و در طی یک جلسه جداول و نحوه تکمیل آنها برای ارزیابان توضیح داده شد. ارزیابان به شاخص‌های رنگ، بو، مزه، بافت، ظاهر و پذیرش کلی بر اساس جداول از 5 تا 1 امتیاز دادند (5= بسیار خوب، 4= خوب، 3= متوسط، 2= بد، 1= غیر قابل مصرف). به ارزیابان تذکر داده شدکه قبل از جلسه ارزیابی، نوشابه و دیگر خوراکی‌های طعم‌دار مانند آدامس مصرف نکنند و دست‌ها و دهان خود را بشویند. برای جلوگیری از تداخل طعم در زمان ارزیابی، ارزیابان قبل از هر آزمایش چشائی، دهان خود را با آب شستشو دادند (شعبان‌پور و همکاران، 2013).

تجزیه و تحلیل آماری داده‌ها

برای تجزیه و تحلیل آماری، پس از جمع‌آوری داده‌ها و وارد کردن آنها در نرم‌افزار آماری Excel و انجام پردازش‌های لازم ، برای مقایسه میانگین از روش دانکن و به‌منظور تجزیه و تحلیل داده‌ها از آنالیز واریانس یک طرفه (ANOVA one way) استفاده شد. همچنین به‌منظور بررسی اثر تیمارها بر خصوصیات حسی نمونه‌ها از آزمون کوروسکال والیس و آزمون من ویتنی یو برای پیدا نمودن اختلاف معنی‌دار در بین نتایج حاصل از آزمون‌های حسی تیمارهای مورد آزمایش استفاده گردید.

نتایج و بحث

نتایج ترکیبات شیمیایی در میگوی سوخاری شاهد و تیماربندی شده با صمغ زانتان

میزان رطوبت

یافته‌های مربوط به میزان رطوبت در میگوی سوخاری شاهد و تیماربندی شده با زانتان در جدول 1 نشان داده شده است. محتوای رطوبت کلیه تیمارهای آزمایشی حاوی هیدروکلوئید زانتان در مقایسه با شاهد به‌طور معنی‌داری بیشتر بود ($P\leq0/05$). اما بین تیمارهای مختلف حاوی زانتان اختلاف معنی‌دار از نظر میزان رطوبت وجود نداشت. بیشترین میزان رطوبت مربوط به تیمار C (28/64±0/24) و همچنین کمترین مقدار آن مربوط به نمونه شاهد (25/42±0/68) بود. بنابراین، تیمارهای حاوی صمغ زانتان در حفظ میزان رطوبت میگوی سوخاری در مقایسه با شاهد (فاقد زانتان) موثرتر عمل نمودند. طی فرآیند سرخ کردن، افزایش دمای داخلی غذا باعث تبخیر رطوبت و تشکیل منافذی در پوسته می‌شود و با نفوذ روغن به درون این منافذ مقدار روغن محصول افزایش و مقدار رطوبت کاهش می‌یابد (Chen *et al*., 2009). درصورتی که ظرفیت نگهداری آب بالا باشد

حفظ رطوبت بیشتر و میزان چربی کمتری در خلال سرخ کردن توسط ماده غذایی جذب خواهد شد (جمشیدی و همکاران، 1391). بنابراین، خاصیت هیدروکلوئیدی همچون زانتان در نگهداری آب ناشی از ایجاد پیوند هیدروژنی و توانایی تشکیل ژل همراه با طبیعت هیدروفیلیک در جلوگیری از کاهش رطوبت که آنها را قادر به جذب کمتر روغن در طی سرخ کردن می‌کند، حائز اهمیت بسیاری می‌باشد (Venugopal, 2006). عوض خواجه و جرجانی (1394) میزان رطوبت در تیمارهای حاوی 2 درصد هیدروکلوئید HPMC در آرد اولیه میگو سوخاری و 2 درصد HPMC در لعاب میگو سوخاری را بیشتر از شاهد گزارش نمود که با یافته های مطالعه حاضر منطبق می‌باشد. Hong-wu و همکاران (2014) اثر مثبت معنی‌دار استفاده از ایزوله پروتئین سویا افزوده شده به لعاب میگوهای سوخاری سرخ شده بر کاهش از دست رفتن رطوبت محصول را گزارش نمودند که از حیث تاثیرگذاری با یافته‌های مطالعه حاضر هم راستا می‌باشد. جمشیدی و همکاران (1391) تأثیر افزودن هیدروکلوئیدهای زانتان، آلژینات و کربوکسی‌متیل‌سلولز در پوشش خوراکی، بر حفظ میزان رطوبت فینگر ماهی را گزارش دادند که با نتایج مطالعه حاضر هم راستا می‌باشد.

جدول 1- نتایج میزان رطوبت، چربی کل، جذب لعاب و بازده محصول در میگوی سوخاری شاهد و تیمار بندی شده با هیدروکلوئید زانتان

تیمار / ترکیبات	شاهد (فاقد صمغ زانتان)	A (2 درصد زانتان در آرد)	B (2 درصد زانتان در لعاب)	C (1 درصد زانتان در آرد+ 1 درصد زانتان در لعاب)
رطوبت	25/42±0/68[b]	27/75±0/45[a]	27/89±0/45[a]	28/64±0/24[a]
چربی کل	16/94±0/37[b]	12/31±0/36[c]	20/42±0/78[a]	17/68±0/5[b]
جذب لعاب	41/03±0/13[a]	37/53±1/19[b]	32/66±2/19[c]	31/22±1/02[c]
بازده محصول	166/25±2/26[a]	156/91±3/31[b]	151/42±6/28[bc]	143/59±4/87[c]

حروف مشترک در هر ردیف بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها می‌باشد.

چربی

نتایج مربوط به میزان چربی در میگوی سوخاری، بیانگر وجود تفاوت معنی‌دار در مقدار چربی بین تیمارهای مختلف می‌باشد ($P≤0/05$)(جدول 1). بطوریکه کمترین میزان چربی مربوط به تیمار A (12/31±0/36) و سپس به‌ترتیب در نمونه شاهد (16/94±0/37) و تیمار C (17/68±0/5) مشاهده شد. بیشترین میزان چربی مربوط به تیمار B (20/42±0/78) بود. بر اساس یافته‌ها، حضور هیدروکلوئید زانتان در آرد اولیه توانسته در کاهش جذب روغن موفق عمل نماید. از آنجا که بیشترین میزان جذب چربی در طی سرخ نمودن محصولات لعاب‌دهی و سوخاری شده، در روکش به وقوع می‌پیوندد (Chen *et al*., 2009)، بنابراین، قوام و اثر سدکنندگی روکش خوراکی از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد. هرچه آردزنی اولیه و لعاب بتوانند پوشش یکنواخت‌تر و ممانعت بیشتری در مقابل خروج رطوبت ایجاد کنند، چربی کمتری پس از سرخ شدن جذب محصول می‌شود. افزودن 2 درصد هیدروکلوئید زانتان در آرد اولیه (تیمارA) به دلیل حفظ رطوبت مناسب از طریق اتصال پیوندهای هیدروژنی توانسته است حداکثر مقاومت و استحکام را در جلوگیری از جذب روغن در مقایسه با سایر تیمارها از خود به نمایش بگذارد (جمشیدی و همکاران، 1391). تیمارهای B و C که به‌ترتیب حاوی 2 درصد صمغ زانتان در لعاب و 1 درصد زانتان در آرد+ 1 درصد در لعاب، عکس آن چیزی که انتظار می‌رفت نتوانسته‌اند خاصیت سدکنندگی قابل قبولی در برابر ورود روغن به محصول از خود نشان دهند. احتمالا دوز زانتان مورد استفاده در این تیمارها زیاد بوده و به دلیل ایجاد پیوند هیدروژنی قوی زانتان با آب موجود در لعاب کمی باعث تشکیل فیلم و ژلاتیناسیون غیریکنواخت در سطح میگو شده (کمی حالت کلوخه‌ای ایجاد نموده) و در حین سرخ شدن عمیق نتوانستند به‌طور موفق از ورود روغن جلوگیری نماید. بنابراین، بهتر است در این نوع تیمارها از دوز کمتر زانتان استفاده گردد. Akdeniz و همکاران (2004) تأثیر افزودن هیدروکسی‌پروپیل متیل سلولز، گوار، زانتان و گوار- زانتان به فرمولاسیون پوشش، در کیفیت قطعات سرخ شده هویج را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج آنها نشان داد افزودن هیدروکلوئیدها باعث کاهش جذب روغن گردید. شعبان پور و جمشیدی (1392) پایین‌تر بودن میزان چربی ناگت‌های ماهی قزل آلا در تیمارهای حاوی هیدروکلوئیدهای آلژینات و هیدروکسی‌پروپیل‌متیل سلولز در آرد در مقایسه با شاهد را گزارش دادند. همچنین، Pawar و همکاران (2014) از هیدروکلوئیدهای HPMC، CMC و زانتان در آرد اولیه در تهیه کچوری استفاده کردند. آنها کاهش جذب روغن در تیمارهای حاوی این هیدروکلوئیدها را در مقایسه با تیمار شاهد گزارش نمودند.

جذب لعاب

یافته‌های مربوط به جذب لعاب در میگوی سوخاری شاهد و تیماربندی شده توسط زانتان در جدول 1 نشان داده شده است. نتایج حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها می‌باشد ($P≤0/05$). به‌طوریکه بیشترین میزان جذب لعاب به نمونه شاهد (41/03±0/13)

مربوط بوده و دارای اختلاف معنی‌دار با تیمارهای آزمایشی می‌باشد. همچنین، کمترین میزان نیز به تیمار C (31/22±1/02) اختصاص یافته است. پس از شاهد بیشترین میزان جذب لعاب به‌ترتیب به تیمارهای A (37/53±1/19) و B (32/66±2/19) مربوط می‌شود که در این بین اختلاف بین تیمار A با تیمارهای B و C معنی‌دار بوده ($P \leq 0/05$) و همچنین بین تیمارهای B و C نیز هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری مشاهده نمی‌شود. این امر را می‌توان به حضور آب در فرمول لعاب، عدم حضور آب در آردزنی اولیه و ماهیت درونی زانتان در ایجاد پیوند هیدروژنی و قوام‌دهندگی آن نسبت داد (Kan Pan *et al*., 2013). دوز 2 درصد در لعاب (تیمار B) و یک درصد در لعاب (تیمار C) در پوشش میگو باعث تشکیل فیلم و ژلاتیناسیون غیر یکنواخت در سطح میگو شده (کمی حالت کلوخه‌ای) گردید. بنابراین، میزان جذب لعاب کاهش و منجر به ورود بیشتر روغن به محصول شد (جدول 1). از آنجائیکه میزان جذب لعاب می‌تواند بر روی بازدهی محصول و کیفیت محصول نهایی تاثیرگذار باشد (Albert *et al*., 2009) ، به‌منظور رفع این مشکل پیشنهاد می‌گردد از دوزهای پایین‌تر زانتان در فرمولاسیون لعاب (0/5 درصد) استفاده شود. Albert و همکاران (2009) گزارش نمودند استفاده از صمغ‌های مختلف نشاسته اکسیدشده، زانتان و هیدروکسی‌متیل‌پروپیل سلولز در ترکیب با آرد اولیه، در مقایسه با تیمارهای شاهد، موجب کاهش جذب لعاب می‌گردد که با نتایج این تحقیق همخوانی دارد.

بازده محصول

نتایج مربوط به بازده محصول در میگوهای سوخاری شاهد و تیماربندی شده با زانتان در جدول 1 آمده است. بیشترین و کمترین میزان بازده محصول به ترتیب به تیمارهای شاهد (166/25±2/26) و C (143/59±4/87) اختصاص یافته است. تیمارهای A (156/91±3/31) و B (151/42±6/28) به‌ترتیب پس از شاهد بیشترین میزان بازده محصول را به خود اختصاص داده‌اند که تفاوت معنی‌داری با یکدیگر ندارند. در این بین، تیمار B با تیمار C نیز تفاوت معنی‌داری دیده نمی‌شود. بازده محصول یکی از فاکتورهای مهم در محصولات لعاب‌دهی و سوخاری شده می‌باشد که با کمیت نهایی آنها ارتباط مستقیم دارد (جمشیدی و همکاران، 1391). زمانی که تیمارها ظرفیت اتصال آب یکسانی داشته باشند، طی مراحل سرخ کردن، در میزان بازده محصول تفاوت چندانی حاصل نمی‌شود (Das *et al*., 2008). بنابراین، این نتایج حاکی از این است که ظرفیت اتصال آب بین تیمارهای A و B و تیمارهای B و C یکسان و در نتیجه بازده محصول برابر می‌باشد، اما با تیمار شاهد دارای تفاوت ظرفیت اتصال آب می‌باشند. نتایج جذب لعاب و بازده محصول با میزان ورود روغن در تیمارها همخوانی دارد (جدول 1). جذب لعاب و بازده محصول کمتر در تیمار C ورود روغن را افزایش و بالعکس جذب لعاب و بازده محصول بیشتر در تیمارهای شاهد و A ورود روغن در آنها را کاهش داده است. نتایج مطالعه حاضر در موافقت با نتایج جمشیدی و همکاران (1391) می باشد.

نتایج گروه‌های مهم اسیدهای چرب در میگوی سوخاری شاهد و تیماربندی شده با صمغ زانتان

ترکیبات اسیدهای چرب موجود در غذاهای دریایی از فاکتورهای مهم تغذیه‌ای این دسته از مواد غذایی می‌باشد. به‌منظور ارزیابی اثر افزودن صمغ زانتان در پوشش خوراکی بر گروه‌های مهم اسید چرب میگوی سوخاری؛ مولفه‌های مهم مربوطه طبق جدول 2 مورد سنجش قرار گرفت. همچنین، پروفایل اسید چرب روغن آفتابگردان در جدول 3 آمده است.

یافته‌های حاصل از میزان ∑SFA حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها می‌باشد ($p \leq 0/05$). به‌طوری که بیشترین میزان ∑SFA مربوط به شاهد (27/53±0/06) و کمترین میزان نیز به تیمار C (13/76±0/04) اختصاص یافته است (جدول 2). بین تیمارهای A (26/27±0/09)، B (26/33±0/1) و شاهد هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری وجود نداشته ($p > 0/05$) و همین طور بین تیمار C و سایر تیمارها نیز اختلافات موجود معنی‌دار می‌باشد ($p \leq 0/05$). میزان SFA برای تعیین کیفیت تغذیه‌ای لیپید در غذا مورد استفاده قرار می‌گیرند (Miranda *et al*., 2010). مصرف محصولات غذایی با SFA پایین برای سلامتی انسان مفیدتر می‌باشد (Venugopal, 2006). بنابراین، افزودن صمغ زانتان در سطح 1 درصد در آرد و لعاب موجب کاهش میزان SFA و بهبود محصول از نظر شاخص تغذیه‌ای گردیده است. حسینی و همکاران (2014) اثر روش‌های پخت مختلف را بر ارزش تغذیه‌ای ماهی سفید مورد بررسی قرار دادند. آنها دریافتند پختن فیله ماهی سفید موجب کاهش مقدار SFA نسبت به فیله خام می‌گردد که روند تغییرات با نتایج این تحقیق همخوانی دارد.

نتایج ∑MUFA بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها می‌باشد ($p \leq 0/05$). بر اساس آن بیشترین میزان ∑MUFA به تیمار A (35/3±0/28) و کمترین میزان نیز به تیمار C (25/14±0/09) اختصاص یافته است (جدول 2). بین تیمارهای B (34/99±0/67) و شاهد (35/05±0/06) با تیمار A با وجود اختلاف ناچیز در میزان ∑MUFA، هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین تیمارها دیده نمی‌شود ($p > 0/05$) و همچنین در نهایت تیمار C نیز با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار می‌باشد.

یافته‌ها PUFA حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها می‌باشد ($p \leq 0/05$). به‌طوری که بیشترین میزان PUFA مربوط به تیمار C (60/61±0/58) و کمترین میزان نیز به شاهد (37/41±0/7)

اختصاص یافته است (جدول 2). با وجود بیشتر بودن مقدار PUFA در تیمارهای A (38/1±0/26) و B (38/98±0/41) در مقایسه با شاهد؛ اما هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری در بین تیمارهای مذکور وجود نداشته و تیمار C نیز با کلیه تیمارها دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشد ($p≤0/05$). پایین‌تر بودن میزان SFA و اثر مثبت بیشتر بودن میزان PUFA در پیشگیری از مشکلات قلبی و عروقی توسط بسیاری از محققان مورد گزارش قرار گرفته است (FAO, 2006). با توجه به نتایج، تیمار C (1 درصد زانتان در آرد+ 1 درصد زانتان در لعاب) در مقایسه با سایر تیمارها مقدار SFA کمتر و PUFA بیشتری را دارد.

نتایج PUFA/SFA حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها می‌باشد ($p≤0/05$). به‌طوری که بیشترین میزان PUFA/SFA به تیمار C (4/59±0/34) و کمترین میزان نیز به تیمار A (1/33±0/19) مربوط می‌شود. بین تیمارهای A، B (1/47±0/02) و شاهد (1/35±0/08) هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری وجود نداشته ($p>0/05$) و همچنین تیمار C نیز با کلیه تیمارها دارای تفاوت معنی دار می‌باشد ($p≤0/05$) (جدول 2). یک رژیم غذایی مطلوب حاوی SFA 1:3، MUFA 3:1، PUFA 1:3 می‌باشد. هنگامی که این نسبت‌ها در یک غذای ایده آل رعایت می‌شود، در میزان مصرف روزانه لیپید، نسبت PUFA/SFA برابر شده و محتوای PUFA، 10 درصد کل انرژی جذبی را فراهم می‌آورد (Roman, 2003). حداقل میزان توصیه شده PUFA/SFA برابر 0/45 می‌باشد (HMSO, 1994). بنابراین، تمامی تیمارها بیشتر از حداقل میزان توصیه شده نسبت PUFA/SFA را دارا می‌باشند و بهترین آن متعلق به تیمار C می‌باشد.

جدول 2- نتایج گروه های مهم اسیدهای چرب در میگوهای وانامی سوخاری شاهد و تیمار شده با زانتان (گرم در 100 گرم چربی)

اسیدهای چرب	شاهد (فاقد صمغ زانتان)	A (2 درصد زانتان در آرد)	B (2 درصد زانتان در لعاب)	C (1 درصد زانتان درآرد+1 درصد زانتان در لعاب)
ΣSFA	27/53±0/06[a]	26/27±0/09[a]	26/33±0/1[a]	13/76±0/04[b]
MUFAΣ	35/05±0/06[a]	35/3±0/28[a]	34/99±0/67[a]	25/14±0/09[b]
ΣPUFA	37/41±0/7[b]	38/1±0/26[b]	38/98±0/41[b]	60/61±0/58[a]
PUFA/SFA	1/35±0/08[b]	1/33±0/19[b]	1/47±0/02[b]	4/59±0/34[a]
MUFA+PUFA/SFA	2/56±0/05[b]	2/8±0/03[b]	2/79±0/04[b]	6/22±0/05[a]
ω-3/ω-6	0/044±0/001[c]	0/047±0/002[b]	0/043±0/001[c]	0/05±0/001[a]
EPA+DHA	0/96±0/002[d]	1/12±0/02[b]	1/00±0/03[c]	1/34±0[a]
DHA/EPA	0/79±0/01[b]	0/8±0/005[b]	0/80±0/01[b]	0/83±0/004[a]
Σh/H	3/4±0/07[b]	3/63±0/09[b]	3/60±0/07[b]	10/97±0/07[a]
PI	44/87±0/12[b]	46/48±0/4[b]	46/6±0/41[b]	70/79±1/16[a]
AI	0/312±0/003[a]	0/285±0/007[b]	0/271±0/004[b]	0/092±0/001[c]
TI	0/194±0/004[a]	0/184±0/002[a]	0/18±0/002[a]	0/064±0/001[b]

میانگین± انحراف معیار. حروف مشترک در هر ردیف بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها می‌باشد.

جدول 3- پروفایل اسیدهای چرب روغن آفتابگردان (گرم در 100 گرم چربی)

اسیدچرب	C14:0	C16:0	C17:0	C18:0	C20:0	C24:0	C16:1 ω-7	C18:1 trans, ω-9	C18:1 cis, ω-9	C18:2 trans, ω-6	C18:2 cis, ω-6	C18:3, ω-3	C20:2, ω-6	C20:4, ω-6
گرم در 100 گرم چربی	0/07	7/13	0/04	4/37	0/26	0/27	0/09	0/05	28/20	0/27	61/17	0/23	0/16	0/72

نتایج به‌دست آمده از میزان MUFA+PUFA/SFA حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها می‌باشد ($p≤0/05$). به‌طوری که بیشترین میزان MUFA+PUFA/SFA در تیمار C (6/22±0/05) دیده شد و با سایر تیمارها دارای تفاوت معنی‌دار می‌باشد. کمترین میزان نیز به شاهد (2/56±0/05) اختصاص‌یافته است (جدول 2). به دلیل وجود اختلاف ناچیز در بین تیمارهای B (2/79±0/04) و A (2/8±0/03) با شاهد، هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری در بین تیمارهای نام برده مشاهده نمی‌شود ($p>0/05$).

یافته‌های ∑ω-3/∑ω-6 حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها می‌باشد ($p≤0/05$). به‌طوری که بیشترین میزان ∑ω-3/∑ω-6 به تیمار C (0/05±0/001) و کمترین میزان آن نیز به تیمار B (0/043±0/001) مربوط می‌شود (جدول 2). پس از تیمار C بیشترین

میزان به‌ترتیب مربوط به تیمار A (0/047±0/002) و شاهد (0/044±0/001) می‌باشد. اسید های چرب غیراشباع ω-3 وω-6 تحت تاثیر آنزیم‌های مشابه قرار می‌گیرند، از این رو بین این دو گروه در بدن در استفاده آنزیم ازآنها رقابت وجود دارد. هر گروه از اسیدهای چرب اثر متفاوتی بر سلامت انسان دارند، بنابراین یک نسبت مناسب از هر دوی آنها ضروری است. جذب ω-6 منجر به افزایش خطر بیماری‌های قلبی عروقی می‌شود در حالیکه جذب ω-3 اثر بازدارندگی دارد (Winjendran *et al*., 2004). هرچه مقدار این نسبت بیشتر باشد مطلوبتر می‌باشد. لذا بر اساس نتایج، استفاده از 1% زانتان در آرد و لعاب (تیمار C) در مقایسه با سایر تیمارها حائز برتری می‌باشد.

طبق نتایج به‌دست آمده، بیشترین میزان ∑EPA+DHA مربوط به تیمار C (0±1/34) و کمترین میزان به تیمار شاهد (0/96±0/002) اختصاص یافته است (جدول 2). بیشترین میزان ∑EPA+DHA پس از تیمار C به‌ترتیب مربوط به تیمار A (1/12±0/02) و B (1±0/03) می‌باشد و بین کلیه تیمارها اختلافات موجود معنی‌دار می‌باشد ($p≤0/05$). اسیدهای چرب EPA و DHA به‌عنوان 2 اسید چرب بسیار برجسته به‌شمار می‌آیند که آثار مطلوب آنها در کاهش عوارض ناشی از بیماری‌های قلبی و عروقی، رشد و عملکرد سیستم عصبی (مغز)، بینایی و تولید مثلی همواره مورد تاکید می‌باشد (پیرستانی و همکاران، 2010 ;Simopoulos, 2008). بر این اساس، کلیه تیمارهای آزمایشی حاوی صمغ زانتان به‌ویژه تیمار C در حفظ مقادیر این دو اسید چرب عملکرد بهتری در قیاس با شاهد داشتند.

نتایج به‌دست آمده از میزان DHA/EPA بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها می‌باشد ($p≤0/05$) به‌طوری که بیشترین میزان DHA/EPA مربوط به تیمار C بوده (0/83±0/004) که با کلیه تیمارهای موجود دارای اختلاف معنی دار می‌باشد. کمترین میزان نیز به شاهد (0/79±0/01) اختصاص یافته است.

یافته‌های ∑h/∑H حاکی از وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها می‌باشد ($p≤0/05$). بر اساس آن بیشترین میزان ∑h/∑H مربوط به تیمار C (10/97±0/07) و کمترین میزان ∑h/∑H نیز به شاهد (3/4±0/07) اختصاص یافته است (جدول 2). میزان ∑h/∑H در تیمارهای A (3/63±0/09) و B (3/6±0/07) اندکی بیش از شاهد بود، با این وجود هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری بین آن‌ها و شاهد مشاهده نشد. همچنین، تیمار C نیز با کلیه تیمارها با اختلاف زیاد دارای تفاوت معنی‌دار بود ($p≤0/05$). شاخص h/H در زمره مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی کیفیت مواد مغذی آبزیان محسوب می‌شود بطوریکه بالاتر بودن میزان h/H به‌عنوان نتیجه مطلوب تلقی می‌شود (Mitchaothai *et al*., 2007). رنج ∑h/∑H در مطالعات مختلف بین 0/25 تا 3/59 گزارش شده است (حسینی و همکاران، 2014; Testi *et al*., 2006; Filho *et al*., 2010). بنابراین، تمامی تیمارهای مورد مطالعه دارای میزان مطلوب این پارامتر مهم بودند.

طبق نتایج، بیشترین و کمترین میزان PI به‌ترتیب به تیمارهای C (70/79±1/16) و شاهد (44/87±0/12) اختصاص یافت (جدول 2). این فاکتور در تیمارهای A (46/48±0/4) و B (46/6±0/41) به مقدار ناچیزی بیشتر از شاهد بود و به این سبب هیچ‌گونه تفاوت معنی‌داری در بین این تیمارها وجود نداشت ($p>0/05$). همین طور تیمار C نیز با سایر تیمارها دارای اختلاف معنی‌دار بود ($p≤0/05$). اندیس پلی ان (PI) به‌عنوان شاخصی معتبر به‌منظور ارزیابی میزان پراکسید مورد استفاده قرار می‌گیرد که هرچه میزان آن بیشتر باشد یافته مربوطه مطلوب می‌باشد (Pazos *et al*., 2005). لذا، تیمارهای حاوی زانتان به‌ویژه تیمار C در مقایسه با شاهد دارای برتری می‌باشند.

یافته‌های حاصل از شاخص آتروژنیک (AI) نشان می‌دهد که بین تیمارهای موجود اختلافات از نوع معنی‌دار می‌باشد ($p≤0/05$). بیشترین میزان AI به شاهد (0/312±0/003) و همچنین کمترین میزان آن به تیمار C (0/092±0/001) تعلق داشت. بیشترین میزان AI پس از شاهد به ترتیب به تیمارهای A (0/285±0/007) و B (0/271±0/004) مربوط می‌شد. میزان AI در تیمارC با اختلاف نسبت به سایر تیمارها در کمترین حد خود و دارای تفاوت معنی‌دار با سایر تیمارها بود. بین شاهد و سایر تیمارها نیز اختلافات موجود معنی‌دار می‌باشد ($p≤0/05$). شاخص آتروژنیک (AI[1]) نیز به‌عنوان یک شاخص بین‌المللی معتبر به‌منظور ارزیابی کیفیت چربی محصول غذایی معرفی می‌شود. هرچه میزان کمتری را به‌خود اختصاص دهد به همان اندازه معرف کیفیت مطلوب چربی و شاخص تغذیه‌ای می‌باشد (Razmaitė *et al*., 2012). تاکنون محدوده گزارش شده از AI بین 0/33 تا 2/37 در غذاهای دریایی بوده است (Turan *et al*., 2007; Filho *et al*., 2010) که نتایج به‌دست آمده در این تحقیق از محدوده ذکر شده پایین‌تر می‌باشد. بنابراین، تیمارهای حاوی زانتان به‌ویژه تیمار C دارای این ویژگی مطلوب در مقایسه با شاهد می‌باشند.

بیشترین و کمترین میزان TI به‌ترتیب به تیمارهای شاهد (0/194±0/004) و C (0/064±0/001) اختصاص یافته است (جدول 2). بین تیمارهای A (0/184±0/002)، B (0/18±0/002) و شاهد هیچ‌گونه اختلاف معنی‌داری وجود نداشته ($p>0/05$) و در این بین تیمار C دارای تفاوت معنی‌دار با سایر تیمارها می‌باشد. شاخص ترومبوژنیک (TI[2]) به‌عنوان یک شاخص جهانی ارزیابی کیفیت چربی

1 Atherogenic index
2 Thrombogenic index

رژیم‌های غذایی مطرح می‌باشد. هرچه این میزان کمتر باشد به‌عنوان نتیجه مطلوب ارزش تغذیه‌ای تلقی خواهد شد (Williams، 2000). مقدار کمتر AI و TI در پیشگیری از بیماریهای قلبی و عروقی بسیار موثر است (حسینی و همکاران، 2014). محدوده گزارش شده از TI برای غذاهای دریایی بین 0/01 تا 1/18 بوده است (Turan *et al*., 2007; Filho *et al*., 2010). بنابراین، تمامی تیمارهای آزمایشی به‌ویژه تیمار C از میزان TI مطلوب برخوردار بودند (جدول 2).

ارزیابی شاخص‌های حسی

نتایج بدست آمده از ارزیابی ویژگی‌های حسی در جدول 4 آمده است. به‌منظور ارزیابی ویژگی‌های حسی، فاکتورهای رنگ، بو، مزه، بافت، ظاهر و پذیرش کلی مورد سنجش قرار گرفتند. به‌طورکلی، یافته‌های مربوط به هر یک از مولفه‌ها بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها می‌باشد ($P>0/05$). در فاکتورهای بو و بافت میگو، تیمارهای آزمایشی از امتیاز بیشتری در مقایسه با شاهد برخوردار بودند. همچنین، به استثنای دو مورد که مربوط به تیمار C در فاکتور ظاهر و A در پذیرش کلی بوده؛ در اغلب پارامترها، تیمارهای آزمایشی در مقایسه با شاهد حائز امتیازهای قابل قبولی می‌باشند. بر این اساس تیمارهای آزمایشی به‌واسطه دارا بودن صمغ زانتان در ترکیب پوشش خوراکی خود توانسته‌اند ویژگی‌های حسی مطلوبی به نمایش بگذارند. Usawakesmanee و همکاران (2005, 2008) عدم وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارها در هر یک از مولفه‌های مربوط به ویژگی‌های حسی را گزارش نمودند که با یافته‌های مطالعه حاضر دارای همخوانی می‌باشد.

جدول 4- ارزیابی ویژگی‌های حسی میگوهای سوخاری شاهد و تیمار شده با صمغ زانتان

معیار ارزیابی حسی	شاهد	تیمار A	تیمار B	تیمار C
رنگ	4/01±0/34[a]	4/01±0/32[a]	4/06±0/33[a]	4/03±0/57[a]
بو	4/01±0/33[a]	4/06±0/27[a]	4/03±0/31[a]	4/04±0/22[a]
مزه	3/95±0/33[a]	3/96±0/23[a]	3/97±0/33[a]	4/01±0/21[a]
بافت	4/03±0/31[a]	4/06±0/32[a]	4/05±0/34[a]	4/07±0/32[a]
ظاهر	4/02±0/52[a]	4/04±0/54[a]	4/07±0/57[a]	3/86±0/33[a]
پذیرش کلی	4/04±0/47[a]	3/96±0/33[a]	4/06±0/46[a]	4/16±0/33[a]

حروف لاتین مشابه در هر ردیف بیانگر عدم وجود اختلاف معنی‌دار می باشد.

نتیجه‌گیری

نتایج مربوط به ترکیبات شیمیایی بیانگر وجود اختلاف معنی‌دار در بین تیمارهای موجود می‌باشد. یافته‌های مطالعه حاضر بیانگر اثرگذاری مثبت افزودن هیدروکلوئید زانتان در حفظ میزان رطوبت میگوی سوخاری در مقایسه با شاهد می‌باشد، بطوریکه میزان رطوبت در تیمارهای آزمایشی به ویژه C بیشتر از شاهد می‌باشد. تیمار آزمایشی B به‌واسطه بالاتر بودن میزان چربی ناشی از جذب روغن در قیاس با شاهد و تیمارهای دیگر دارای عملکرد ضعیف‌تری بود. همچنین، تیمار A نیز دارای میزان چربی کمتری در مقایسه با شاهد بوده است. تیمارهای شاهد و C در میزان جذب روغن دارای اختلاف معنی‌دار نبودند. یافته‌های مربوط به جذب لعاب نشان داد که پس از شاهد بیشترین میزان جذب لعاب به‌ترتیب به تیمارهای A و B مربوط می‌شود. همچنین پس از شاهد، بیشترین میزان بازده محصول در بین تیمارهای حاوی زانتان در میگوی سوخاری مربوط به تیمارهای A و B بوده است. در گروه‌های مهم اسید چرب SFA، MUFA؛ PUFA، ω-3/ω-6، MUFA+PUFA/SFA، PUFA/SFA و DHA/EPA بهترین عملکرد مربوط به تیمار C بود. همچنین، سایر تیمارهای آزمایشی نیز در اغلب فاکتورها در مقایسه با شاهد دارای برتری بودند. ارزیابی شاخص‌های کیفیت چربی (PI، ∑h/H، AI و TI) از برتری تیمارهای حاوی زانتان به‌خصوص تیمار C در مقایسه با شاهد، دلالت دارد. در ارزیابی حسی نمونه‌ها، از نظر رنگ، بو، مزه، بافت، ظاهر و پذیرش کلی بین تیمارها تفاوتی مشاهده نشد. لذا با توجه به دستاوردهای مطالعه حاضر می‌توان تیمار C (1 درصد زانتان در آرد+ 1 درصد زانتان در لعاب) را به‌عنوان تیمار برگزیده از حیث حفظ کیفیت میگوی سوخاری معرفی نمود. از طرف دیگر جهت برطرف شدن مشکل میزان جذب لعاب و بازده محصول پیشنهاد می‌گردد دوزهای پایین‌تر زانتان در فرمولاسیون پوشش‌دهی میگو مورد استفاده قرار گیرد.

منابع

A.O.A.C., 2000, Official Method of Analysis. (17 thd). Washington, DC, Association of Official Analytical Chemists.
Akdeniz, N., 2004, Effects of different batter formulations on quality of deep fat fried carrot slices. A Thesis Submitted

to the Graduate school of Natural and Applied Sciences of Middle east Technical University.

Albert, A., Perez-Munuera, I., Quiles, A., Salvador, A., Fiszman, S. M., and Hernando, I., 2009, Adhesion in fried battered nuggets: performance of different hydrocolloids as predust using three cooking procedures. *Food Hydrocolloids*, 23, 1443-1448.

Asmita, S. P., and Uday, S. A., 2012, Effect of coating of hydrocolloids on chickpea (*Cicer arietinum L*.) and green gram (*Vigna radiata*) splits during deep fat frying. *International Food Research Journal*, 20, 565-573.

Avaz Khajeh, H., and Jorjani, S., 2015, Added hydroxypropyl methyl cellulose in coverage Fried shrimp and its effect on the absorption profile of fatty acids in the oil and deep frying. *International Journal of Food Industries*, 10, 75-82.

Çelik, M., Diler, A., and Kücükgülmez, A., 2005. A comparison of the proximate compositions and fatty acid profiles of zander (*Sander lucioperca*) from two different regions and climatic condition. *Food Chemistry*, 92, 637–641.

Chen, S. D., Chen, H.H., Chao, Y. C., and Lin, R. S., 2009, Effect of batter formula on qualities of deep-fat and microwave fried fish nuggets. *Journal of Food Engineering*, 95, 359–364.

Das, A. K., Anjaneyulu, A. S. R., Gadekar, Y. P., Singh, R. P., and Pragati. H., 2008, Effect of full-fat soy paste and textured soy granules on quality and shelf-Life of goat meat nuggets in frozen storage. *Journal of Meat Science*, 80, 607-614.

Dogan, S. F., Sahin, S., and Sumnu, G., 2005, Effects of soy and rice flour addition on batter rheology and quality of deep-fat fried chicken nuggets. *Journal of Food Engineering*, 71, 127-132.

FAO., 2006, State of world aquaculture: FAO Fisheries Technical Paper, 500, Food and Agriculture Organization. Rome, Italy.

Farajzadeh, Z., Rahimi, E., Hojjatoleslamy, M., and Molavi, H., (2013), Production of low fat hamburger using hydrocolloid coatings. *Journal of Food Hygiene*, 2, 61-71.

Filho, M. M. R., Ramos, M. I. L., Hiane, P. A., and Souza, E. M. T. D., 2010, Nutritional value of seven freshwater fish species from the Brazilian pantanal. Journal of the American Oil Chemists' Society, 87, 1461–1467.

Fiszman, S. M., and Salvador, A., 2003, Recent developments in coating batters. *Trends in Food Science and Technology*, 14, 399-407.

Folch. J., Less, M., and Stanley, G. H. S., 1957, A Simple Method for The Isolation and Isolation and Purification of Total Lipids From Animal Tissues. J. *Biological Chemistry*, 226, 497-509.

Garcia, M. A., Ferrero, C., Campana, A., Bertola, N., Martino, M., and Zaritzky, N., 2004, Edible coatings from cellulose derivatives to reduce oil uptakes in fried products. *Innovative Food Science and Emerging Technologies*, 3, 391-397.

Gol Mohammadi, M., Khademi Shormasti, D., (2016), The effect of food active coating based on xanthan on microbial contamination of chicken fillet during storage in cold conditions, Nutrition Sciences Student Conference, Tehran.

HMSO, U. K., 1994, Nutritional aspects of cardiovascular disease (report on health and social subjects No. 46. London: HMSO.

Hong-wu, J. I., Guang-kun, P. A. N., Shu-cheng, L. I. U., Wei-ming, S. U., Hong-yu, L. U., and Chuang, P. A. N., 2014, Effect of soy protein isolate on quality of fried breaded shrimp. *Modern Food Science and Technology*, 30(4), 104-111.

Hosseini, H., Mahmoudzadeh, M., Rezaei, M., Mahmoudzadeh, L., Khaksar R., Karimian Khosroshani, N., and Babakhani, A., 2014, Effect of different cooking methods on minerals, vitamins and nutritional quality indices of Kutum Roach (*Rutilus Frisii Kutum*). *Food Chemistry*, 148, 86-91.

Jamshidi, A., and Shabanpour, B., 2013, The effect of hydroxypropyl methylcellulose (HPMC) gum added to predust and batters of talang queen fish (*Scomberoides Commersonnianus*) nuggets on the quality and shelf life during frozen storage (-18 ˚C). *World Journal of Fish and Marine Sciences*, 4, 382-391.

Jamshidi, A., Shabanpour, B., Rahmani Farah, K., Peyghambari, Y., Rostamzadeh, H., Azari Beh, M., and Barzegar, L., 2012, The effect of xanthan gum, carboxymethyl cellulose and alginate and thawing conditions on the quality of Fish Finger. *Journal of Research and Innovation in Food Science and Technology*, 4(1), 295-306.

Kan Pan, G., Wu Ji, H., Cheng Liu, S., Ming Su, W., and Yu Lu, H., 2013, Effect of soy protein isolate addition on quality of deep-fat fried breaded shrimp. *Journal of Food and Nutritional Research*, 6, 174-180.

Katzbauer B., 1998, Properties and applications of xanthan gum. Poly. Degrad. Stabil., 59, 81-84.

Miranda, J. M., Martinez, B., Perez, B., Anton, Y., Vaazquez, B. I., Fente, C. A., Franco, C. M., Rodriguez, J. L., and Cepeda, A., 2010, The effects of industrial pre-frying and domestic cooking methods on the nutritional compositions and fatty acids profile of two different frozen breaded foods. *Food Science and Technology*, 43, 1271-1276.

Mitchaothai, J., Yuangklang, C., Wittayakun, S., Vasupen, K., Wongsutthavas, S., Srenanul, P., Hovenier. R., Everts, H., and Beynen, A. C., 2007, Effect of dietary fat type on meat quality and fatty acid composition of various tissues in growing-finishing swine. *Meat Science*, 76, 95-101.

Moreira, R. G., Castell-Perez, M. E., and Barrufet, M. A., 1999, Deep-Fat Frying fundamentals and applications. Aspen Publishers, Inc. Gaithersburg, Maryland. PP: 75-104.Aspen Publishers, Inc., Gaithersburg, Maryland.

Parvaneh, V., 1998. Quality control and chemical analysis of food. Tehran University Press. 325 p.

Pawar, P. A., Monga, R., Purwar, A., 2014, Effect of hydrocolloids on the oil uptake of kachori. *International Journal*

of Scientific Engineering and Technology, 3(5), 686-688.

Pazos, M., Gallardo, J. M., Torres, J. L., Medina, I., 2005, Activity of grape polyphenols as inhibitors of the oxidation of fish lipids and frozen fish muscle. *Food Chemistry*, 92, 547-557.

Pirestani, S., Sahari, M. A., Barzegar, M., 2010, Fatty acids changes during frozen storage in several fish species from south Caspain sea. *Journal of Agricultural Science and Technology*, 12, 321-329.

Razmaitė, V., Švirmickas, G. J., 2012, Comparison of fatty acid composition in different PGI tissues. Veterinarija Ir Zootechnika (*Vet Med Zoot*). T, 58 (80), 77-82.

Roman, M. C., 2003, Lipide in Human Nutrition. Chemical and Functional Properties of Food Lipids. Zdzislaw, E. Sikorski (ed), *CRC PRESS,* New York Washington DC: 201.

Shabanpour, B., and Jamshidi, A., 2013, Combined effect of light salting and hydrocolloids as flour milling quality salmon nuggets. *Journal of Exploitation and Aquaculture*, 1, 13-26.

Simopoulos, A. P., 2008, The importance of the omega-6/omega-3 fatty acid ratio in cardiovascular disease and other chronic diseases. *Experimental Biology and Medicine*, 233, 674-688.

Testi, S., Bonaldo, A., Gatta, P. P., and Badiani, A., 2006, Nutritional traits of dorsal and ventral fillets from three farmed fish species. *Food Chemistry*, 98, 104–111.

Turan, H., Sonmez, G., and Kaya, Y., 2007, Fatty acid profile and proximate composition of the thornback ray (Raja clavata, L. 1758) from the Sinop coast in the Black Sea. *Journal of Fisheries Sciences*, 1, 97–103.

Usawakesmanee, W. S., Wuttijunong, P., Chinnan, M., Jangchud, A., and Raksakulthai, N., 2005, The effects of edible coating ingredient as a barrier to moisture and fat of fried breaded Potato. *Kasetsart Journal-Natural Science*, 39, 98-108.

Usawakesmanee, W. S., Chinnan, M., Wuttijumnong, P., Jangchud, A., Raksakulthai, N., 2008, Effect of edible coating ingredients incorporated into predusting mix on moisture content, fat content and consumer acceptability of fried breaded product. *Songklanakarin Journal of Science and Technology*, 30, (Suppl 1), 25-34.

Venugopal, V., 2006, Seafood processing. CRC Press 2006. P. 485.

Wijendran, V., Hayes, K. C., 2004, Dietary n-6 and n-3 fatty acid balance and cardiovascular health. Annual Review of Nutrition, 24, 597-615.

Williams, P. A., Phillips, G. O., 2000, Handbook of hydrocolloid, Introduction to food hydrocolloids. *Woodhead* Publishing Limited and CRC Press LLC.

Iranian Food Science and Technology Research Journal
Vol. 14, No. 1, Apr. May. 2018, p. 107- 118

نشریه پژوهشهای علوم و صنایع غذایی ایران
جلد 14، شماره 1، فروردین-اردیبهشت 1397 ص. 118-107

The effect of Xanthan gum added to the coated breaded shrimp (*Litopenaeusvannamei)* on oil uptake, nutritional quality indices and sensory properties

B. Attar[1]- S. Z. Sayyed-Alangi[2*]-S. Jorjani[3]

Received: 2016.06.18
Accepted: 2017.05.20

Introduction: Value-added products, referring to the fact that a raw commodity or commodities are transformed into a processed product through use of materials and technology, may have different appearances, textures, tastes and smells than their raw material. Fried product is one of the most popular ready to eat foods all around the world. They have excellent sensory qualities due to their appealing flavor and texture. Products such as shrimp usually coated with breading before frying to induce additional sensory and quality attributes. The process of battering and breading provides special functions in food products, including improved appearance of the products, increased texture crispness, reduced oil uptake during the frying process and increased the shelf life of the coated products.

Hydrocolloids are used extensively in food technology as thickening and gelling agents, stabilizers, and emulsifiers. In addition, the hydrocolloid coatings are of great interests due to their desirable barrier properties to gas/moisture and good mechanical characteristics. Thus, a variety of foods have been coated with hydrocolloids to prevent moisture loss, preserve texture, and maintain color, consequently extending the product shelf-life. Specifically, the hydrocolloid coatings are often known to reduce the oil uptake of fried foods. The mechanisms of the oil uptake during frying are associated with heat transfer from the frying oil to the food and the migration of water and oil. Various hydrocolloids have been tested as an oil barrier coating material and the effectiveness of hydrophilic and thermo-gelling hydrocolloids in reducing oil uptake during frying has been well reported in previous studies.

Material and Methods: Fresh peeled shrimp (*Litopenaeus vannamei)* was purchased from Gomishan city, Golestan province, Iran. Xanthan gum was bought from Asia Research Petrochemisry (Iran). White flour, corn flour, breading powder, oil and salt were prepared from the local supermarket. All other chemicals used in this study had analytical grade and were gained from Fluka or Merck companies.

The freezed shrimps were thawed at room temperature before processing. Four different formulations were applied in pre-dusting and battering as following:

Control= without xanthan in pre-dust and batter,

A=2% xanthan in predust,

B=2% xanthan in batter,

C=1% xanthan in predust + 1% xanthan in batter.

The batter formulation was consisted of wheat flour (75%), corn flour (24.5%), salt (0.5%). The dry ingredients were blended for 3 min at speed 2 m/s in a Kenwood Major Classic mixer (Kenwood-BL460) with water (1:1.4 solid to water ratio). In each treatment, firstly, pre-dusting was done and then, battering. Afterwards, it was allowed to drip additional batter for 30 s. For final coating, orange bread crumbs were used (Gols Company). The samples were pre-deep-fried by sunflower oil at 190 °C for 30 s (Fritaurus Professional 3 domestic fryer, Barcelona, Spain). The treatments were cooled to room temperature for 30 min. Then, they were placed in plastic freezer bags (LDPE film, thickness 150 μ) and stored at -18 °C.

Moisture content in the samples was determined in quadruplicate according to the Association of Official Analytical Chemists (AOAC) (2000) method. Fat content of fried products was distinguished using Soxhlet extractions according to the AOAC (2000) method No. 992.15.

Batter pickups (%) were determined as following equation:

$$\text{Batter pickup (\%)} = \frac{\text{Weight of coated shrimp} - \text{Weight of uncoated shrimp}}{\text{Weight of coated shrimp}} \times 100$$

1. Department of Food and Science Technology, Azadshahr Branch, Islamic Azad University, Azadshahr, Iran.
2. Department of Chemistry, Azadshahr Branch, Islamic Azad University, Azadshahr, Iran.
3. Department of Fishery, Azadshahr Branch, Islamic Azad University, Azadshahr, Iran
(*Corresponding Author Email: zalangi@gmail.com)

Product yield (%) was calculated by weight of the cooked shrimp block/ weight of the raw shrimp block × 100.

Quantitation of fatty acid methyl esters in raw and fried breaded shrimp was carried out by gas chromatography (Unicam-4600) with 30 mm×0.25 mm column (Film Tekness-0.22 µl) and FID detector, using glyceryl tritridecanoate (C13:0) as an internal standard (Sigma, Barcelona, Spain). Fatty acids were expressed as percentage of total fatty acid methyl esters or in absolute content (mg/100 g food).

Fried shrimp coated with the selected formulations was evaluated by a trained sensory panel of 12 members. Each sample was randomly numbered and presented to the panel member. A hedonic panel was also performed by the same panelists, who evaluated aroma, taste, texture, color, appearance and overall acceptability characteristics. A hedonic 5-point scale was used, 1s unusable, 2s dislike, 3s acceptable, 4s like and 5s like very much. All data are reported as mean± standard deviations of triplicate. One-way analysis of variance (ANOVA) was used to compare the means of all evaluated parameters. Differences were considered significant at $P<0.05$.

Results and Discussion: The results of chemical compositions were represented the lowest fat and the most moisture in the A and C treatments, respectively. After the control sample, the most batters pick-up were related to the A treatment. Furthermore, the highest product yields after the control sample were belonged to the A and B treatments that the differences were not significant. According to essential fatty acid groups (SFA, MUFA, PUFA, ω-3/ω-6 ،MUFA+PUFA/SFA ،PUFA/SFA and DHA/EPA), the best sample was the C treatment. Also, evaluating nutritional quality indices (PI ،∑h/H ،AI and TI) was shown that the C sample had the best performance. The results of sensory evaluation also indicated that there were no significant differences in color, odor, taste, texture, appearance and overall acceptability. Considering the results, treatment C (1% xanthan in predust + 1% xanthan in batter) has had a better performance in maintaining the quality of fried shrimp.

Keywords: Breaded shrimp, Xanthan, Chemical composition, Oil uptake, Nutritional quality indices.